

# Rychlá metoda stanovení celkové objemové aktivity beta

BARBORA SEDLÁŘOVÁ, EDUARD HANSLÍK, EVA JURANOVÁ

**Klíčová slova:** rychlá metoda – stanovení celkové objemové aktivity beta – vzorky vod – kalibrace stronciem-90

## SOUHRN

V souvislosti se zapojením vodohospodářských radiologických laboratoří do hodnocení mimořádné radiační události byl ve Výzkumném ústavu vodohospodářském TGM, v. v. i., (VÚV TGM) navržen a ověřen postup rychlého stanovení celkové objemové aktivity beta. Ve spolupráci s vodohospodářskými radiologickými laboratořemi Povodí, s.p., (dále VHRL) byl postup otestován v praxi. Poznatky z ověření se staly podkladem pro návrh normy, který byl projednán na oborovém středisku pro normalizaci Sweco Hydroprojekt, a.s., a následně v Subkomisi č. 4 Radiologické metody, která je součástí Technické normalizační komise č. 104. Po zahrnutí připomínek, včetně Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, byla norma vydána v září 2014 jako ČSN 75 7613 Kvalita vod – Rychlá metoda stanovení celkové objemové aktivity beta. Předmětem příspěvku je shrnutí poznatků z ověřování postupu stanovení objemové aktivity beta rychlou metodou.

## ÚVOD

V našich i zahraničních laboratořích se běžně provádí screeningové stanovení celkové objemové aktivity beta v povrchových, podzemních a pitných vodách. V závislosti na předúpravě vzorku, např. filtrací, je stanovována celková objemová

aktivita beta v rozpuštěných látkách (RL), nerozpuštěných látkách (NL) nebo veškerých látkách (RL + NL). Většinou se používá tzv. odpařovací metoda, kdy je vzorek odpařen a odparek sušen nebo žhán. Výsledný preparát se měří detekčním zařízením s proporčním detektorem [1]. Z toho vyplývá, že takto nelze stanovit radionuklidy těžké při odpařování nebo žhání, zejména izotopy jódu. Dále nejsou postiženy radionuklidy emitující nízkenergetické záření beta. Tato metoda je běžně ve světě normována, např. mezinárodními normami ISO [2, 3], a dále národními normami např. v Německu [4], na Slovensku [5], ve Španělsku [6].

V České republice se stanovení celkové objemové aktivity beta za běžné radiační situace provádí v laboratořích podle normy ČSN 75 7612 [7]. Vzorek se připraví odpařováním zpravidla jednoho až dvou litrů vzorku, aby bylo dosaženo splnění požadavku výše citované ČSN na plošnou hmotnost vyžehnaného odparku 10 mg.cm<sup>-2</sup>. Vzorek se měří detekčním zařízením s proporčním detektorem. Jako standardní látka se používá přírodní draslík se známým zastoupením draslíku-40. Příprava vzorku je časově náročná a pro účely hodnocení radiační mimořádné události nevhodná.

V případě radiační mimořádné události je nutné zjistit míru kontaminace pitné vody co nejdříve po události. Pro účely havarijního screeningu není třeba dosahovat tak nízkých nejmenších detekovatelných aktivit a nejistot, jak je tomu u běžných vzorků životního prostředí a v pitné vodě. Pro radiační mimořádné situace stanovuje vyhláška SÚJB [8] v souladu s nařízením rady EURATOM ve znění

Tabulka 1. Radionuklidy emitující beta částice uvažované po havárii jaderné elektrárny [11]

Table 1. Radionuclides considered to be emitted during a nuclear power plant accident [11]

Nuklid	Atomové číslo	Hmotnostní číslo	Poločas	Jednotka	Dceřiný radionuklid	Výtěžek	Dceřiný radionuklid	Výtěžek
Ba-140	56	140	12,79	d	La-140	1,000		
Ce-141	58	141	32,50	d				
Cs-137	55	137	30,17	r	Ba-137m	0,946		
I-131	53	131	8,04	d	Xe-131m	0,011		
La-140	57	140	40,22	h				
Ru-103	44	103	39,35	d	Rh-103m	0,997		
Sr-90	38	90	28,60	r	Y-90	1,000		
Te-131m	52	131	30,00	h	Te-131	0,222	I-131	0,778
Y-90	39	90	64,1	h				

pozdějších předpisů [9, 10] nejvyšší přípustné kontaminace potravin, které zahrnují i pitnou vodu. Předpokládá se výskyt řádově vyšších aktivit, a proto je možné použít pro stanovení celkové objemové aktivity menší objem vzorku.

Z hlediska možné kontaminace povrchových vod v důsledku těžké havárie jaderné elektrárny se předpokládá výskyt beta zářičů uvedených v *tabulce 1* [11]. Ke kalibraci stanovení celkové objemové aktivity beta se používají vedle draslíku-40 i stroncium-90 v rovnováze s ytriem-90 a cesium-137. Za běžné radiační situace má kalibrace draslíkem-40 tu přednost, že rozhodující podíl na celkové objemové aktivitě beta představuje právě beta aktivita draslíku-40. V případě havárie by naopak příspěvek draslíku-40 k celkové objemové aktivitě beta byl zcela zanedbatelný a zanedbatelný a zanedbatelný byl přibližně 0,1–0,2 Bq.l<sup>-1</sup> a hlavní příspěvky by byly od radionuklidů uvedených v *tabulce 1*.

Stroncium-90 při havárii naopak představuje jednu z významných složek radioaktivní kontaminace. Z těchto důvodů bylo pro případ hodnocení radiační mimořádné události ověřováno užití jako kalibračního preparátu stroncium-90 v rovnováze s ytriem-90.

## Metodika

Pro vybrané beta zářiče (stroncium-90, cesium-137 a jód-131) byla stanovena účinnost měření  $\eta$ , v s<sup>-1</sup>.Bq<sup>-1</sup>, podle rovnice (1). Všechny používané etalony byly certifikovány a dodány Českým metrologickým institutem (ČMI).

$$\eta = \frac{\frac{N_e}{t_e} - \frac{N_p}{t_p}}{A_e} \quad (1)$$

kde  $N_e$  je počet impulsů za dobu měření vzorku s etalonem;

$N_p$  počet impulsů za dobu měření pozadí;

$t_e$  doba měření vzorku s etalonem, v s;

$t_p$  doba měření pozadí (prázdná miska), v s;

$A_e$  aktivita etalonu (<sup>90</sup>Sr-<sup>90</sup>Y, <sup>137</sup>Cs, <sup>131</sup>I), v Bq.

Vzorek pro stanovení účinnosti měření byl připraven přímým pipetováním malého objemu etalonu o známé aktivitě na měřicí misku. Následně byl vzorek odpařen do sucha na sklokeramické desce CERAN 500 při teplotě 100 °C. Odparek byl změřen detekčním zařízením EMS-3 alfa beta automat (fy Empos). Použité měřicí misky byly skleněné (fy EMPOS) o průměru 50 mm a výšce 7 mm. V radiologických laboratořích jsou běžně dostupné a používají se na stanovení celkové objemové aktivity alfa postupem měření směsi odparku vzorku vody se scintilátorem ZnS (Ag).

Na základě stanovené účinnosti pro stroncium-90 v rovnováze s ytriem-90 byl podle rovnice (2) vypočten minimální objem vzorku  $V$  v litrech pro případ hodnocení mimořádné radiační události, kdy nejmenší detekovatelná objemová aktivita beta je menší než 100 Bq.l<sup>-1</sup>.

$$V = \frac{\frac{u^2}{\eta \cdot t_v} + 2u \sqrt{\frac{N_p (1 + \frac{t_p}{t_v})}{\eta \cdot t_p}}}{C_{\beta, ND}} \quad (2)$$

kde  $N_p$  je počet impulsů za dobu měření pozadí;

$t_e$  doba měření vzorku s etalonem, v s;

$t_p$  doba měření pozadí (prázdná miska, v s);

$C_{\beta, ND}$  aktivita etalonu (<sup>90</sup>Sr-<sup>90</sup>Y, <sup>137</sup>Cs, <sup>131</sup>I), v Bq;

$\eta$  účinnost, v s<sup>-1</sup>.Bq<sup>-1</sup>;

$u$  kvantil normálního rozdělení pro hladinu významnosti 95 %,  $\alpha = \beta = 1,645$ .

V rámci spolupráce s VHRL byla ověřována účinnost stanovení při použití kalibračního vzorku s etalonem stroncia-90. Dále byl testován vliv přidavku inertní látky pro homogenní rozprostření odparku vzorku vody na měřicí misce. Velká pozornost byla věnována stabilizaci jódu-131 v odparku. Pro ověření stabilizace jódu-131 byl použit přídatek uhličitánu sodného a thiosíranu sodného v poměru 2:1 při odpařování vzorku vody. Navržený přídatek směsi chemikálií byl převzat z ČSN ISO 9698 [12], kde je používán pro omezení těkání jódu při stanovení tritia destilací. Stabilizace jódu-131 v odparku byla vyhodnocena na základě porovnání účinnosti vypočtené podle ČSN 75 7612 [7], kdy namísto aktivity draslíku-40 byla do vzorce na výpočet účinnosti dosazena aktivita jódu-131 a z opakovaného měření připravených vzorků byla vypočtena experimentální přeměnová konstanta.

Laboratoře VHRL použily při ověření detekční zařízení: EMS-3 alfa beta automat (fy EMPOS), NA 6201 alfa-beta POB 302 MC 2256 AK (fy EMPOS) a FHT (fy Canberra Packard). Použité měřicí misky byly skleněné (fy EMPOS) o průměru 50 mm a výšce 7 mm. Pro měřicí zařízení NA 6201 alfa-beta POB 302 MC 2256 AK byly použity skleněné misky o průměru 50 mm a výšce 5 mm.

V rámci ověřování postupu stanovení celkové objemové aktivity beta rychlou metodou poskytly VHRL údaje o době, která byla potřebná k přípravě vzorků, a o dosahovaných nejmenších detekovatelných objemových aktivitách beta. Na základě těchto údajů byla stanovena kapacita stanovení vzorků v jedné laboratoři.

V posledním kroku ověřování metody uspořádala Zkušební laboratoř technologií a složek životního prostředí VÚV TGM, v.v.i., oddělení radioekologie ve spolupráci s VHRL zkoušky způsobilosti MP-RA-14. Vyhodnocení bylo provedeno podle ČSN ISO 5725-2 [13]. V roce 2015 byl zařazen vzorek na stanovení celkové objemové aktivity rychlou metodou beta ve zkouškách způsobilosti ZZ OR-RA-15 pořádaných ASLAB Střediskem pro posuzování způsobilosti laboratoří VÚV TGM, v.v.i.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

### Ověření účinnosti stanovení

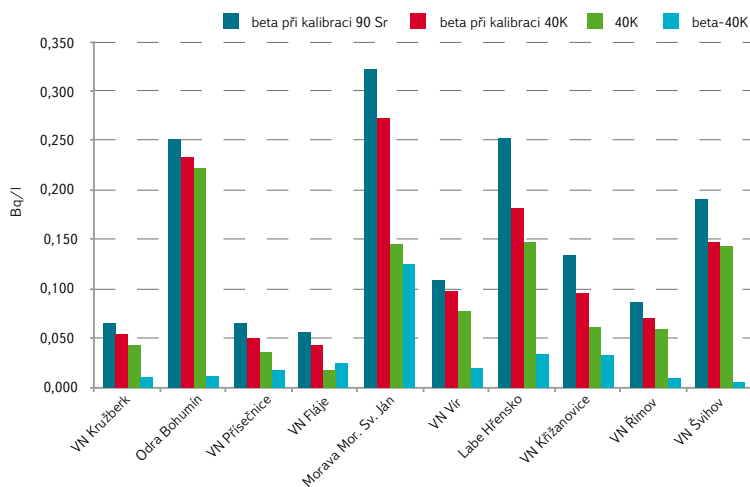
S ohledem na předpokládaný výskyt beta zářičů v důsledku havárie jaderné elektrárny byly stanoveny účinnosti měření pro vybrané radionuklidy *tabulky 1*. Pro stroncium-90 byla naměřena účinnost stanovení 0,28 s<sup>-1</sup>.Bq<sup>-1</sup>, pro jód-131 byla účinnost 0,27 s<sup>-1</sup>.Bq<sup>-1</sup> a pro cesium-137 byla účinnost 0,15 s<sup>-1</sup>.Bq<sup>-1</sup>. Pro rychlou metodu stanovení objemové aktivity beta bylo pro kalibraci zvoleno stroncium-90 z důvodu jeho poločasu přeměny 28,6 let a závažnosti z hlediska radiační kontaminace. V rámci spolupráce s VHRL bylo stanoveno z výsledků porovnávacích měření rozmezí hodnot účinnosti stanovení (0,258–0,380) s<sup>-1</sup>.Bq<sup>-1</sup> při použití preparátu stroncia-90. Z toho pro zařízení EMS-3 odpovídala účinnost průměrných hodnot rozmezí (0,258–0,312) s<sup>-1</sup>.Bq<sup>-1</sup>, pro zařízení MC 2256 AK (0,260–0,380) s<sup>-1</sup>.Bq<sup>-1</sup> a pro zařízení FHT 0,344 s<sup>-1</sup>.Bq<sup>-1</sup> [14]. Doba přípravy vzorků byla podle poskytnutých údajů 30–75 minut. Rozdíl v době přípravy vzorků v jednotlivých VHRL je způsoben technikou odpařování, zda byla použita topná deska s regulací teploty, nebo vodní lázeň, a dále v subjektivním vyhodnocení o dostatečném vysušení vzorku. Za předpokladu měření vzorku 2 x 500 s lze konstatovat, že VHRL by byly schopné do 2 hodin od předání vzorku do laboratoře podat informaci o celkové objemové aktivitě beta z hodnocení měření minimálně tři vzorků. Celková kapacita jedné laboratoře by byla 24 vzorků za osmihodinovou pracovní dobu při kontrole pozadí po každém osmém vzorku. Pro zvolený režim měření všechny laboratoře VHRL dosahovaly požadovanou nejmenší detekovatelnou objemovou aktivitu beta méně než 100 Bq/l.

Pro lepší homogenní rozprostření odparku vzorku vody na měřicí misce bylo zvažováno použití inertní látky. Jako inertní látka byl testován silikagel

o molární hmotnosti  $M = 60,06 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , síran vápenatý a chlorid sodný. Navážka inertní látky na měřicí misku byla o plošné hmotnosti  $10 \text{ mg}\cdot\text{cm}^{-2}$ , jak je dáno v normě ČSN 75 7612 [7]. Vyhodnocení bylo provedeno opět na základě stanovení účinnosti. Rozmezí hodnot účinnosti měření při použití preparátu stroncia-90 a navážky inertní látky silikagelu v jednotlivých laboratořích bylo  $(0,277\text{--}0,385) \text{ Bq}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ . Z toho pro zařízení EMS-3 odpovídala účinnost průměrných hodnot rozmezí  $(0,282\text{--}0,331) \text{ Bq}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ , pro zařízení MC 2256 AK  $(0,277\text{--}0,385) \text{ Bq}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$  a pro zařízení FHT  $0,347 \text{ Bq}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ . Rozdíly účinností při použití síranu vápenatého a chloridu sodného ve srovnání s použitým silikagelem byly do 5%. Ukázalo se, že použití inertní látky nepřináší významné zlepšení účinnosti stanovení celkové objemové aktivity beta rychlou metodou. Naopak manipulace s měřicí miskou při mísení vzorku a inertní látky pro zajištění stejnoměrné vrstvy je dosti komplikovaná. Z toho důvodu se pro rychlou metodu stanovení celkové objemové aktivity beta od použití inertní látky upustilo.

Výsledky stanovení účinnosti při použití preparátu stroncia a inertní látky (silikagelu) posloužily ke srovnání celkových objemových aktivit v rámci radiační monitorovací sítě RMS [15]. Byly tak zjištěny požadované hodnoty celkové objemové aktivity beta při kalibraci stronciem-90. Na deseti profilech povrchových vod určených pro úpravu na pitnou vodu sledovaných v rámci RMS v roce 2013 byly srovnány roční celkové objemové aktivity beta při kalibraci draslíkem a při kalibraci stronciem-90. Z grafu (obr. 1) vyplynulo, že nominální hodnoty takto stanovené celkové objemové aktivity beta jsou vyšší než při kalibraci draslíkem-40. Poměr účinností stanovení při kalibraci draslíkem-40 a při kalibraci stronciem-90,  $\eta_{K40}/\eta_{Sr90}$  byl v rozmezí 1,1–1,4 pro vzorky RMS stanovené v laboratořích VHRL.

Porovnání celkové objemové aktivity beta při kalibraci draslíkem-40 a při kalibraci stronciem-90 ukazuje, že budou měřeny hodnoty větší. Při jaderné nehodě by však zanikl příspěvek draslíku-40, protože jeho pozadí při běžných koncentracích draslíku v povrchových vodách  $5 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$  by zpracování 5 ml vzorku při rychlém stanovení celkové objemové aktivity beta znamenalo množství draslíku na měřicí misce 0,025 mg, a tedy zanedbatelnou aktivitu méně než 1 mBq.

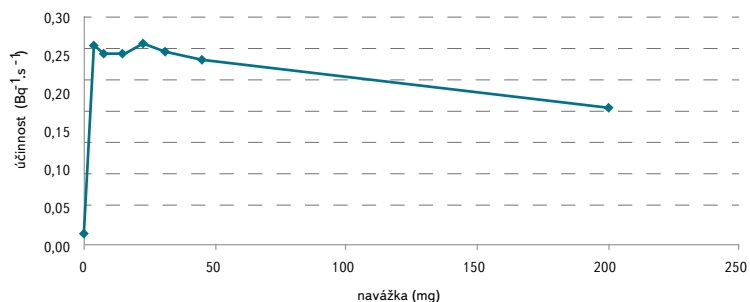


Obr. 1. Celková objemová aktivita beta veškerých látek při kalibraci Sr-90, celková objemová aktivita beta veškerých látek při kalibraci K-40, objemová aktivita K-40 a celková objemová aktivita beta veškerých látek při kalibraci K-40 po odečtení draslík-40 pro zájmová odběrová místa RMS v roce 2013

Fig. 1. The gross beta activity of total solids, calibrated using Sr-90, the gross beta activity of total solids, calibrated using K-40, beta activity of K-40 and the gross beta activity of total solids, calibrated using K-40 after subtraction of the potassium-40 activity at the sampling points of RMS in 2013

## Ověření stabilizace jódu-131

Pro ověření stabilizace jódu-131 byl použit přídavek směsi uhličitanu sodného a thiosíranu sodného v poměru 2 : 1. Na základě testu sady vzorků o navážce směsi uhličitanu sodného a thiosíranu sodného (3,75–200) mg se ukázalo, že již malé množství přídávku směsi zajistí, že nedojde během přípravy vzorku odpařením při  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  k uvolnění jódu z odparku (obr. 2) [16]. Ve spolupráci s laboratořemi VHRL a VÚV bylo provedeno porovnání stabilizace jódu-131. Hodnoty účinností pro jód-131 byly v intervalu  $(0,260\text{--}0,375) \text{ Bq}^{-1}\cdot\text{s}^{-1}$ . Laboratoře VHRL a VÚV dosahovaly dobré shody hodnot účinností pro jód-131 při opakovaných měřeních v intervalech po cca 4, 7, 10 a 14 dnech od prvního měření. Experimentálně vypočtené přeměnové konstanty jódu-131 byly v rozmezí  $(0,081\text{--}0,088) \text{ dne}^{-1}$ , tj. odpovídající poločasy přeměny byly v rozmezí (7,88–8,61) dne. Teoretická přeměnová konstanta pro jód-131 je  $0,086 \text{ den}^{-1}$ , tj. odpovídající poločas přeměny je 8,04 dne. Na základě dobré shody experimentální a teoretické přeměnové konstanty jódu-131 byla prokázána dobrá stabilizace jódu-131 thiosíranem sodným a uhličitanem sodným při přípravě vzorku odpařením při teplotě  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ . Součástí postupu pro stanovení celkové objemové aktivity beta rychlou metodou je proto přídavek 0,05 ml směsi uhličitanu sodného a thiosíranu sodného o koncentraci  $150 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$  uhličitanu sodného a  $75 \text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$  thiosíranu sodného.



Obr. 2. Účinnost stanovení celkové objemové aktivity beta vztažená na jód-131 pro různé navážky uhličitanu sodného a thiosíranu sodného v poměru 2 : 1 na měřicí misce Fig. 2. Efficiency of the determination of the gross beta activity related to iodine 131 for different fills of sodium carbonate and sodium thiosulfate in the ratio of 2 : 1 in the planchette

## Zkoušky způsobilosti pro ukazatel celková objemová aktivita beta rychlou metodou

Pro ověření navrženého postupu stanovení celkové objemové aktivity beta rychlou metodou pro hodnocení mimořádné radiační události uspořádala radio-logická laboratoř při VÚV TGM, v. v. i., ve spolupráci s VHRL v roce 2014 zkoušku způsobilosti MPZ-RA-14 [17]. Celkem se zúčastnilo sedm laboratoř. V následujícím roce 2015 byl zařazen vzorek pro stanovení celkové objemové aktivity beta rychlou metodou v ZZ OR-RA-15 pořádaných ASLAB Střediskem pro posuzování způsobilosti laboratoř VÚV TGM, v. v. i. Celkem se zúčastnilo 21 laboratoř s různým zaměřením (obr. 3). Hodnocení stanovení ukazatele celková objemová aktivita beta rychlou metodou bylo provedeno podle ČSN ISO 5725-2 [13]. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 2. V rámci ZZ OR-RA-15 poskytly laboratoře informace o době přípravy vzorku. Na základě těchto údajů bylo potvrzeno, že kapacita jedné laboratoře za osmihodinovou pracovní dobu je asi 24 vzorků.



Obr. 3. Rozložení zúčastněných laboratoří v ZZ OR-RA-15 v České republice a Slovenské republice

Fig. 3. Distribution of the participating laboratories in ZZ OR-RA-15 in the Czech Republic and the Slovak Republic

Tabulka 2. Výsledky statistického zpracování ZZ MPZ-RA-14 a ZZ OR-RA-15

Table 2. Results of statistical assessment of ZZ MPZ-RA-14 and RA-ZZ OR-15

Označení	Druh vzorku	L	n	$n_0$	$\bar{x}$ Bq/l	$x_{ref}$ Bq/l	$s_r$ Bq/l	$VC_r$ %	$s_R$ Bq/l	$VC_R$ %
MPZ-RA-14	uměle připravený vzorek	7	14	0	188	184	18	9,6	20	10,6
OR-RA-15	uměle připravený vzorek	21	42	0	462	456	19	4,2	29	6,2
L	počet zúčastněných laboratoří						$s_r$	směrodatná odchylka opakovatelnosti		
n	počet hodnot pro danou objemovou aktivitu						$VC_r$	variační koeficient opakovatelnosti		
$n_0$	počet odlehlých hodnot						$s_R$	směrodatná odchylka reprodukovatelnosti		
$\bar{x}$	celkový průměr						$VC_R$	variační koeficient reprodukovatelnosti		
$x_{ref}$	referenční hodnota									

## Navržený postup stanovení celkové objemové aktivity beta rychlou metodou

Navržený postup stanovení a provedená ověření se staly podkladem pro normu ČSN 75 7613 Kvalita vod – Rychlé stanovení celkové objemové aktivity beta [18]. Metoda je založena na přímém měření odpadku malého množství vzorku nízko-pozadovým detekčním zařízením. Malý objem vzorku s přísadkou směsi tiosíranu sodného a uhlíčanu sodného je pipetován přímo na měřicí misku. Následně je vzorek odpařen do sucha při teplotě 100 °C a měřen. Pro kalibraci je použit etalonnový roztok stroncia-90 v radioaktivní rovnováze s ytriem-90. Pro stanovení pozadí je měřena prázdná měřicí miska. S ohledem na splnění požadavku pro nejmenší detekovatelnou objemovou aktivitu beta méně než 100 Bq.l<sup>-1</sup> byl zvolen objem zpracovávaného vzorku 3 ml. Doba měření vzorku, kalibračního vzorku a pozadí byla dána 2 x 500 s. Celková objemová aktivita beta je vypočtena podle rovnice (3):

$$C_{\beta} = \frac{\frac{N_v}{t_v} - \frac{N_p}{t_p}}{\eta \cdot V} \quad (3)$$

kde  $N_v$  je počet impulsů za dobu měření vzorku;  
 $t_v$  doba měření vzorku, v s;  
 $N_p$  počet impulsů za dobu měření pozadí;  
 $t_p$  doba měření pozadí, v s;  
 $V$  objem vzorku zpracovaného na preparát po odečtení objemu činidel přidaných pro konzervaci, v l;  
 $\eta$  účinnost měření, v Bq<sup>-1</sup>·s<sup>-1</sup>, podle rovnice (4):

$$\eta = \frac{\frac{N_k}{t_k} - \frac{N_p}{t_p}}{2 \cdot A_k} \quad (4)$$

kde  $N_k$  je počet impulsů za dobu měření vzorku pro kalibraci;  
 $t_k$  doba měření vzorku pro kalibraci, v s;  
 $A_k$  aktivita <sup>90</sup>Sr ve vzorku pro kalibraci, v Bq.

## ZÁVĚR

S ohledem na vybavení VHRL byl postup pro hodnocení mimořádné radiační události navržen tak, aby měření vzorku bylo prováděno na měřicím zařízení s proporcionálním detektorem. Navržený postup při zpracování 3 ml vzorku v režimu měření vzorku, kalibračního vzorku a pozadí 2 x 500 s splňuje podmínku, že nejmenší detekovatelná celková objemová aktivita beta je menší než 100 Bq.l<sup>-1</sup>. V závislosti na přípravě vzorků před měřením a době měření by první tři výsledky od předání vzorku do laboratoře byly známy do 2 hodin. Kapacita jedné laboratoře by byla 24 vzorků během osmihodinové pracovní doby s kontrolou měření pozadí po každém cca osmém vzorku.

Norma ČSN 75 7613 byla vypracována pro získání jednotného postupu při hodnocení mimořádné radiační situace. Nepředpokládá se rutinní zavedení tohoto postupu do systému kvality jednotlivých radiologických laboratoří. Z důvodu připravenosti laboratoří použit jednotný postup podle ČSN 75 7613 a zapojit se do hodnocení případné mimořádné radiační události je plánováno zařazení vzorku na stanovení ukazatele celé objemové aktivity beta rychlou metodou do zkoušek způsobilosti ZZ OR-RA pořádaných ASLAB VÚV TGM, v.v.i., s četností 1x za dva až tři roky.

## Poděkování

Příspěvek byl zpracován s podporou bezpečnostního výzkumu MV-24236-42/P-2010.

## Literatura

- [1] RICE, E.W., BAIRD, R.B., EATON, A.D., and CLASCERI, L.S. *Standard methods for the examination of water and wastewater. 22st Edition*, 2012, p. 7-15 – 7-18, ISBN 978-0875530130.
- [2] ISO 10704 Jakost vod – Měření celkové aktivity alfa a beta v neslaných vodách – Metoda depozice tenké vrstvy, 2009.
- [3] ISO 9697 Jakost vod – Měření objemové aktivity beta v neslaných vodách – Metoda tlusté vrstvy, 2008.
- [4] DIN 38404-15 German standard methods for the examination of water, waste water and sludge; physical and physico-chemical parameters (group C); determination of beta activity per unit volume in drinking water, ground water, surface water and waste water (C 15), 1987.
- [5] STN 757612. Kvalita vody. Radiologické ukazovatele. Celková objemová aktivita beta, 2005.
- [6] UNE 73311-4. Determination of the total beta activity index in water by means of a proportional meter, 2002.
- [7] ČSN 75 7612 Jakost vod – Stanovení celkové objemové aktivity beta, ČNI, Praha, 2004.
- [8] Vyhláška SÚJB č. 307/2002 Sb., o radiační ochraně ve znění vyhlášky SÚJB č. 499/2005 Sb.
- [9] Nařízení Rady EURATOM č. 3954/87 ze dne 22. prosince 1987, ve znění Nařízení Rady EURATOM č. 2218/89 ze dne 18. července 1989, kterým se stanoví nejvyšší přípustné úrovně radioaktivní kontaminace potravin a krmiv po jaderné havárii nebo jiném případě radiační mimořádné situace. *Úřední věstník Evropské unie*, 1987.
- [10] Doporučení Komise 2000/473/Euratom ze dne 8. června 2000 o aplikaci článku 36 Smlouvy o Euratomu týkající se monitorování úrovně radioaktivity v životním prostředí pro účely posuzování expozice populace jako celku.
- [11] MIŠÁK, J. a POKORNÁ, O. *Doplňující informace k analýzám těžkých havárií pro dokumentaci EIA NJZ ETE. EGP-5010-F-101049*, 2010.
- [12] ČSN ISO 9698 (75 7635) Jakost vod – Stanovení objemové aktivity tritia – Kapalinová scintilační měřicí metoda. ÚNMZ, Praha, 2011.
- [13] ČSN ISO 5725-2 Přesnost (správnost a shodnost) metod a výsledků měření – Část 5: Alternativní metody pro stanovení shodnosti normalizované metody měření, ČNI, Praha, 1999.
- [14] HANSLÍK, E., SEDLÁŘOVÁ, B., LIŠKA, M., LANGHANS, J., BEDNÁREK, J., MEDEK, J., BURIAN, M. a JUSKO, J. Ověření účinnosti pro rychlou metodou stanovení celkové objemové aktivity beta – spolupráce vodohospodářských laboratoří Povodí, státní podnik a VÚV TGM, v.v.i. *XXI. Konzultační dny pro pracovníkov vodohospodarských radiologických laboratoří*, Banská Štavnica, 2013, s. 68–73, ISBN 978-80-89062-96-6.
- [15] HANSLÍK, E., SEDLÁŘOVÁ, B. a MAREŠOVÁ, D. Porovnání hodnot celkové objemové aktivity beta při kalibraci draslíkem 40 a stronciem 90. *XXI. Konzultační dny pro pracovníkov vodohospodarských radiologických laboratoří*, Banská Štavnica, 2013, s. 13–15, ISBN 978-80-89062-96-6.
- [16] HANSLÍK, E., SEDLÁŘOVÁ, B., LIŠKA, M., LANGHANS, J., BEDNÁREK, J., MEDEK, J., BURIAN, M. a JUSKO, J. Rychlé stanovení celkové objemové aktivity beta ve vodách – I. část. *Radiologické metody v hydrosféře 13*, Buchlovice, 2013, s. 20–27, ISBN 978-80-86832-71-5.
- [17] SEDLÁŘOVÁ, B. a HANSLÍK, E. Rychlá metoda stanovení celkové objemové aktivity beta podle ČSN 75 7613. *Radiologické metody v hydrosféře 15*, Uherské Hradiště, 2015, s. 10–15, ISBN 978-80-86832-84-5.
- [18] ČSN 75 7613 Kvalita vod – Rychlá metoda stanovení celkové objemové aktivity beta, ÚNMZ, 2014.

## Autoři

**Ing. Barbora Sedlářová**  
✉ [barbora\\_sedlarova@vuv.cz](mailto:barbora_sedlarova@vuv.cz)

**Ing. Eduard Hanslík, CSc.**  
✉ [eduard\\_hanslik@vuv.cz](mailto:eduard_hanslik@vuv.cz)

**Ing. Eva Juranová**  
✉ [eva\\_juranova@vuv.cz](mailto:eva_juranova@vuv.cz)

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., Praha

Příspěvek prošel lektorským řízením.





Alfa, beta automat EMS-3 použitý k ověření metody stanovení celkové objemové aktivity beta rychlou metodou ve VÚV TGM, v. v. i.

---

## RAPID METHOD OF DETERMINATION OF GROSS BETA ACTIVITY

**SEDLAROVA, B.; HANSLIK, E.; JURANOVA, E.**

TGM Water Research Institute, p. r. i., Prague

**Keywords:** rapid method – determination of the gross beta activity – water samples – calibration of strontium-90

In connection to the assessment of a radiological event, the procedure of rapid determination of the gross beta activity in water was proposed and validated. In cooperation with the radiological laboratories, the method has been tested in practice. The results of the verification became the basis for the proposal of the national standard CSN 75 7613: Water quality – Rapid method of determination of gross beta activity. The subject of this article is a summary of the results obtained during the verification of the rapid method for the determination of the gross beta activity in water.